

# ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОРИЙСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

*А.И. Николаев\*, В.Г. Майоров\*, В.М. Декусар\*\*, Б.Я.Зильберман\*\*\**

*\*Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, КНЦ РАН, Апатиты Мурманской обл., Академгородок, 26а, [nikol\\_ai@chemy.kolasc.net.ru](mailto:nikol_ai@chemy.kolasc.net.ru)*

*\*\*ГНЦ «Физико-энергетический институт им. А.И. Лейпунского» 249033, г. Обнинск Калужской обл., пл. Бондаренко, 1.*

*\*\*\*НПО РИ им. В. Г. Хлопина, г. С-Петербург*

- Использование Th в атомной энергетике предлагается как способ расширения сырьевых ресурсов для поддержания и замыкания ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ). Нами рассмотрено доступное сырье - отечественные минеральные концентраты и накопленные (лежалые) отходы производств - как попутный источник торийсодержащих продуктов. При этом одновременно повышается комплексность использования сырья. Отсутствие запросов промышленности в Th продуктах не стимулирует развитие геологических поисковых работ и дальнейшей цепочки горно-обогачительных и химико-технологических исследований.

- Оценки ресурсов тория в России по состоянию на 1 января 2000 г. составляют около 1,7 млн. т. Однако, минерально-сырьевой базы тория с утвержденными по промышленным категориям запасами не существует, вследствие отсутствия специальных поисковых и поисково-разведочных работ по торию за последние более чем 40 лет. Отсутствие запросов промышленности в ториевых продуктах, реальным потребителем которых может быть ядерная энергетика, т.е. само государство, не стимулирует развитие геологических поисковых работ, а также и дальнейшей цепочки горно-обогатительных и химико-технологических исследований.

Экономически приемлемым в настоящее время является попутное выделение тория при переработке редкометалльного сырья.

Одновременно решается экологически важная задача предотвращения сброса радиоактивных отходов в окружающую среду. Разрабатываются эффективные комплексные технологии, позволяющие даже из бедного по торию сырья выделять (попутно) его богатые концентраты с высоким выходом.

**По содержанию тория Кольские редкометалльные руды относятся к бедным (0,05-0,099 % ThO<sub>2</sub>) и убогим (0,01-0,049 % ThO<sub>2</sub>).**

**Лопаритовый концентрат, производимый из руд Ловозерского месторождения, относится к промышленно освоенному источнику тория, из которого он, однако, не извлекается. Прогнозные запасы ThO<sub>2</sub> можно оценить в ~ 50 тыс. т. Эта оценка может быть увеличена, т. к. полная оценка запасов руд Ловозерского месторождения не проводилась.**

**В перовските Африкандского месторождения ресурсы ThO<sub>2</sub> оцениваются более чем в 100 тыс. т.**

**Легко и быстро благодаря готовой инфраструктуре и наличию квалифицированной рабочей силы могут быть введены в переработку эвдиалиты Ловозерского массива. Содержание ThO<sub>2</sub> в эвдиалитовом концентрате оценивается в указанном месторождении до 5-10 тыс.т.**

Таблица. Химический состав редкометалльных минералов Кольского полуострова, мас. %

Компоненты	Лопарит	Перовскит		Луешит	Пирохлор	Гатчеттолит
	Ловозеро	Африканда	Вуориярви	Ковдор	Вуориярви	Вуориярви
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,93-15,4			49,7-65,2	32,5-63,1	32,5-41,1
		0,64-2,50	0,70-8,88			
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,58-0,92			0,55-2,76	0,20-12,6	9,30-12,6
TiO <sub>2</sub>	36,3-40,1	50,8-56,8	41,4-51,5	4,90-17,5	2,45-9,0	6,56-9,39
SiO <sub>2</sub>	0,53-1,27	0,12-1,93	0,88-1,30	до 1,47	0,33-2,46	0,67-2,46
ZrO <sub>2</sub>	0,11-0,38	до 0,06	-	-	до 11,0	до 11,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10-0,70	0,15-1,30	3,48-3,76	0,79-0,92		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20-1,15	0,43-2,00	1,80-3,92	0,63	0,54-2,32	1,83-2,32
FeO	-	до 1,44	до 0,30			
Ln <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,3-34,7	2,18-10,7	4,0-5,1	до 3,61	0,59-5,18	0,59-1,52
CaO	3,86-4,43	26,3-38,1	33,2-33,4	4,37-6,67	5,69-16,2	5,69-8,99
SrO	0,63-9,29	до 2,10	-	0,18-0,22	0,08-3,35	
Na <sub>2</sub> O	6,96-9,29		2,32-3,36	10,6-14,3		
		0,10-2,35			0,20-7,20	0,20-3,10
K <sub>2</sub> O	0,28-0,55		0,32-0,44	1,81-2,15		
F	до 0,51	до 0,01	-		0,48-3,80	
ThO <sub>2</sub>	до 0,70	0,07-0,14	до 0,06	3,19-3,27	до 6,02	0,01
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>		0,02-0,03			до 1,86	19,7

## Сырье других регионов

За рубежом основной источник тория - фосфаты редких земель - монацит ( $\text{ThO}_2$  3,4-9,9%). В России основным источником может быть попутное извлечение Th при переработке лопарита Ловозерского месторождения.

Торий в значительных количествах может быть получен и при переработке других концентратов. К разрабатываемым, осваиваемым и законсервированным месторождениям тантала и ниобия можно отнести Этыкинское (танталит), Вишняковское (танталит), Татарское (пирохлор), к законсервированным - Орловское (танталит), Белозиминское (пирохлор, пирохлор-колумбит, к перспективным для освоения - Катугинское (пирохлор), Томторское (монацит – пирохлор), Разведаны и частично эксплуатировались месторождения монацита (Новотроицкое, Таракское, Башелавское, Санарское, Балейское.

В районе г. Красноуфимска складировано более 80000 т монацитового концентрата с содержанием РЗЭ 54% и  $\text{ThO}_2$  5,4%.

Общее число учтенных на территории России торийсодержащих месторождений и рудопроявлений - около 1500. По 211 объектам оценены запасы и ресурсы тория – 1,7 млн. т на 1 января 2000 г.

## О выделении тория при переработке лопарита

Все схемы переработки ЛК предусматривают выделение и утилизацию в специальных хранилищах Th-отходов. При среднем содержании  $\text{ThO}_2$  в ЛК 0,65% это соответствует 65-78 т/год.

Плава хлоридов РЗЭ, в котором концентрируются радионуклиды, многие годы перерабатывали на предприятиях в Казахстане и Эстонии. После 2002 г. переработка плава хлоридов РЗЭ осуществляется на ОАО «СМЗ». Схемы образования радиоактивных отходов при переработке плава хлоридов РЗЭ приведены на рис.



Принципиальная схема переработки плава хлоридов РЗЭ



**В настоящее время радионуклиды выводятся из технологического цикла в виде двух продуктов, направляемых на захоронение:**

- 1 Радиоактивный кек дезактивации плава хлоридов РЗЭ - жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) – 83,3 т/1000т ЛК или в пересчете на сухой продукт 52,4 т/1000 т ЛК.**
- 2 Плав отработанных расплавов СОФ – 113 т/1000 т ЛК.  
Поскольку торий и его соединения практически не были востребованы на рынке, то схемы концентрирования тория не реализовывались на практике.**

**Масса ThO<sub>2</sub> на на 1000 т ЛК оценивается в 5.6 т**

## ***Перовскитовый концентрат Африкандского месторождения***

Технология производства ПК отработана в промышленном масштабе. По некоторым схемам возможно концентрирование Th-продуктов до содержания более 85% по ThO<sub>2</sub>.

Перспективным вариантом является вскрытие ПК соляной кислотой с переводом практически всех компонентов концентрата в раствор, из которого методом гидролиза титан, ниобий и тантал выделяют в осадок, перерабатываемый по известным схемам.

Растворы после отделения титана, ниобия и тантала использовали для выделения РЗЭ и Th. Схема включает экстракцию тория трибутилфосфатом с получением концентрата Th (содержание ThO<sub>2</sub> около 85 мас. %), нейтрализацию с выделением концентрата РЗЭ (80-90 мас.% Ln<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и соосаждение радия с BaSO<sub>4</sub>. Предусмотрена регенерация и возвращение HCl в оборот.

**В итоге может быть обеспечено удовлетворения ближайших потребностей ~1000т/год Th без освоения новых месторождений; источники можно разделить на несколько групп:**

- 1 получение Th из руд эксплуатирующихся месторождений;**
- 2 монацитовый импортированный концентрат, находящийся в г. Красноуфимске;**
- 3 торийсодержащие отходы, полученные при дезактивации руд**
- 4 выделение Th при переработке перовскита Африкандского месторождения,**
- 5 получение Th из отходов переработки урановых руд стран СНГ.**